(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6041648号
(P6041648)

(45)発行日　平成28年12月14日(2016.12.14)　(24)登録日　平成28年11月18日(2016.11.18)

(51)Int.Cl.		F I		
F41H 13/00	(2006.01)	F41H	13/00	
H01S 3/30	(2006.01)	H01S	3/30	A
H05H 13/04	(2006.01)	H05H	13/04	F

請求項の数 3　(全 18 頁)

(21)出願番号　特願2012-264769(P2012-264769)
(22)出願日　平成24年12月3日(2012.12.3)
(65)公開番号　特開2014-109412(P2014-109412A)
(43)公開日　平成26年6月12日(2014.6.12)
審査請求日　平成27年6月23日(2015.6.23)

(73)特許権者　000006208
三菱重工業株式会社
東京都港区港南二丁目１６番５号
(74)代理人　100102864
弁理士　工藤　実
(74)代理人　100117617
弁理士　中尾　圭策
(72)発明者　西方　伸吾
東京都港区港南二丁目１６番５号　三菱重工業株式会社内
(72)発明者　内山　裕貴
東京都港区港南二丁目１６番５号　三菱重工業株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】指向性エネルギー照射装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
マイクロ波源と、
前記マイクロ波源から供給されたマイクロ波を利用して自由電子を加速し、加速された自由電子によって生成されたレーザ光を照射するＦＥＬ（Ｆｒｅｅ　Ｅｌｅｃｔｒｏｎ　Ｌａｓｅｒ）装置と、
前記ＦＥＬ装置において自由電子の加速に利用された後の前記マイクロ波の余剰電力に基づいて生成した高出力マイクロ波を照射するＨＰＭ（Ｈｉｇｈ　Ｐｏｗｅｒ　Ｍｉｃｒｏｗａｖｅ）装置と
を具備し、
前記ＦＥＬ装置は、前記自由電子を加速する加速器を備え、
前記ＨＰＭ装置は、前記加速器から、導波管を介して前記余剰電力を受け取る
指向性エネルギー照射装置。
【請求項２】
マイクロ波源と、
前記マイクロ波源から供給されたマイクロ波を利用して自由電子を加速し、加速された自由電子によって生成されたレーザ光を照射するＦＥＬ（Ｆｒｅｅ　Ｅｌｅｃｔｒｏｎ　Ｌａｓｅｒ）装置と、
前記ＦＥＬ装置において自由電子の加速に利用された後の前記マイクロ波の余剰電力に基づいて生成した高出力マイクロ波を照射するＨＰＭ（Ｈｉｇｈ　Ｐｏｗｅｒ　Ｍｉｃｒ

ｏｗａｖｅ）装置と
を具備し、
位相合成器を更に具備し、
前記ＦＥＬ装置は、複数の加速器を備え、
前記位相合成器は、前記複数の加速器から発生した余剰電力の位相を合成し、
位相合成された余剰電力は、前記ＨＰＭ装置においてパルス圧縮された後、前記高出力マイクロ波として照射される
指向性エネルギー照射装置。
【請求項３】
マイクロ波源と、
前記マイクロ波源から供給されたマイクロ波を利用して自由電子を加速し、加速された自由電子によって生成されたレーザ光を照射するＦＥＬ（Ｆｒｅｅ　Ｅｌｅｃｔｒｏｎ　Ｌａｓｅｒ）装置と、
前記ＦＥＬ装置において自由電子の加速に利用された後の前記マイクロ波の余剰電力に基づいて生成した高出力マイクロ波を照射するＨＰＭ（Ｈｉｇｈ　Ｐｏｗｅｒ　Ｍｉｃｒｏｗａｖｅ）装置と
を具備し、
前記ＦＥＬ装置は、複数の加速器を備え、
前記ＨＰＭ装置は、複数のパルス圧縮器、複数の位相制御部、及び複数のアンテナ素子を備え、
前記複数の加速器から発生した余剰電力は、対応する複数のパルス圧縮器においてパルス圧縮され、対応する複数の位相制御部により位相制御されて、対応する複数のアンテナ素子から前記高出力マイクロ波として照射される
指向性エネルギー照射装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、指向性エネルギー照射装置に関し、特に高周波加速管を利用した自由電子レーザ装置を備える指向性エネルギー照射装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
艦船や拠点設備等の防御装置として、自由電子レーザ（ＦＥＬ：Ｆｒｅｅ　Ｅｌｅｃｔｒｏｎ　Ｌａｓｅｒ）装置が提案されている。ＦＥＬ装置は自由電子レーザによって空間の一点にエネルギーを集中して照射することにより目標表面を破壊し、攻撃側兵器を無力化することができる。
【０００３】
図１は、一般的な高周波加速管を利用したＦＥＬ装置５００の構成の一例を示す図である。図１を参照して、ＦＥＬ装置５００は、マイクロ波源５１、パルス圧縮器５２、導波管５３、結合器５４、電子銃５５、複数の加速器５６－１、５６－２、ダンプ５７、アンジュレータ５８、反射鏡５９を具備する。
【０００４】
マイクロ波源５１で生成されたマイクロ波（高周波電力）は、パルス圧縮器５２によってパルス圧縮された後、導波管５３及び結合器５４を介して加速器５６－１、５６－２のそれぞれに供給される。電子銃５５によって生成された自由電子は、加速器５６－１、５６－２によって光速近傍に加速され、アンジュレータ５８を通過することで放射光が生成される。アンジュレータ５８で発生した放射光は、反射鏡５９間を往復することでコヒーレンシーが高まり、自由電子のエネルギーやアンジュレータ周期に応じた波長のレーザ光６００として出力される。尚、自由電子の加速に利用された残りの電力は、ダミーロード６０－１、６０－２において熱エネルギーに変換される。
【０００５】

又、特許第４０６６３３０号には、僅かな高周波電力での運転が可能なエネルギー回収型前段加速器を有する放射光発生装置が記載されている（特許文献１参照）。特許文献１に記載の放射光発生装置では、エネルギー回収型前段加速器が周回軌道上に配置され、前段加速器の加速空洞における共振周波数が、投入する高周波の周波数から僅かに離調されることにより電子ビームのエネルギーが回収される仕組みとなっており、ＦＥＬ装置にも適用可能である。これらの放射光発生装置は、電子ビームエネルギー回収の有無に係わらず高周波源を電子ビーム（荷電粒子）の加減速用途のみに用いていることが一般的である。

【０００６】

自由電子レーザは、直線性を有し光速で目標物を捉えることが可能なことから、従来の気象条件等の外乱を考慮した弾道計算や、誘導装置等を必要とせずに高速で移動する飛翔体に対する命中精度を上げることが可能である。しかし、雨、雪、霧や雲、あるいは、気温の差が大きい領域等、レーザ光の屈折率に影響を与える領域を通過する場合、レーザ光のエネルギー密度は減衰し、所望の成果を得ることができない恐れがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００７】

【特許文献１】特許第４０６６３３０号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

以上のことから、本発明の目的は、レーザ光による破壊能力を維持しながら、レーザ光による破壊効果が見込めない状況においても、目標物を破壊又は機能停止可能な指向性エネルギー照射装置を提供することにある。

【０００９】

本発明の他の目的は、従来のＦＥＬ装置に比べて、投入される高周波電力の増大量を抑制しながら、目標物の破壊又は機能停止能力を向上させた指向性エネルギー照射装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【００１０】

上記の課題を解決するために、本発明は、以下に述べられる手段を採用する。その手段を構成する技術的事項の記述には、［特許請求の範囲］の記載と［発明を実施するための最良の形態］の記載との対応関係を明らかにするために、［発明を実施するための最良の形態］で使用される番号・符号が付加されている。但し、付加された番号・符号は、［特許請求の範囲］に記載されている発明の技術的範囲を限定的に解釈するために用いてはならない。

【００１１】

本発明による指向性エネルギー照射装置（１００）は、マイクロ波源（１０）と、ＦＥＬ（Ｆｒｅｅ　Ｅｌｅｃｔｒｏｎ　Ｌａｓｅｒ）装置（２０）と、ＨＰＭ（Ｈｉｇｈ　Ｐｏｗｅｒ　Ｍｉｃｒｏｗａｖｅ）装置（３０）を具備する。ＦＥＬ装置（２０）は、マイクロ波源（１０）から供給されたマイクロ波を利用して自由電子を加速し、加速された自由電子によって生成されたレーザ光（２００）を照射する。ＨＰＭ装置（３０）は、ＦＥＬ装置（２０）において自由電子の加速に利用された後のマイクロ波の余剰電力に基づいて生成した高出力マイクロ波（３００）を照射する。このように、本発明による指向性エネルギー照射装置（１００）は、レーザ光（２００）の照射の際に発生する余剰電力を利用して高出力マイクロ波（３００）を照射することができる。これにより、１つのマイクロ波源（１０）により、レーザ光（２００）と高出力マイクロ波（３００）の両方を照射することが可能となる。

【００１２】

本発明による指向性エネルギー照射装置（１００）は、位相合成器（１６）を更に具備

することが好ましい。又、ＦＥＬ装置（２０）は、複数の加速器（２２－１、２２－ｎ）を備えることが好ましい。位相合成器（１６）は、複数の加速器（２２－１、２２－ｎ）から発生した余剰電力の位相を合成する。位相合成された余剰電力は、ＨＰＭ装置（３０）においてパルス圧縮された後、高出力マイクロ波（３００）として照射される。

【００１３】

本発明に係るＦＥＬ装置（２０）は、複数の加速器（２２－１～２２－ｎ）を備えることが好ましい。この際、ＨＰＭ装置（３０）は、複数のパルス圧縮器（３１－１～３１－ｎ）、複数の位相制御部（３４－１～３４－ｎ）、及び複数のアンテナ素子（３５－１～３５－ｎ）を備えることが好ましい。複数の加速器（２２－１～２２－ｎ）から発生した余剰電力は、対応する複数のパルス圧縮器（３１－１～３１－ｎ）においてパルス圧縮され、対応する複数の位相制御部（３４－１～３４－ｎ）により位相制御されて、対応する複数のアンテナ素子（３５－１～３５－ｎ）から高出力マイクロ波（３００）として照射される。

【発明の効果】

【００１４】

本発明によれば、レーザ光による破壊能力を維持しながら、レーザ光による破壊効果が見込めない状況においても、目標物を破壊又は機能停止することが可能となる。

【００１５】

又、従来のＦＥＬ装置に比べて、投入される高周波電力量の増大量を抑制しながら、目標物の破壊又は機能停止能力を向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【００１６】

【図１】図１は、従来技術による自由電子レーザ装置の構成の一例を示す図である。

【図２】図２は、本発明による指向性エネルギー照射装置の第１の実施の形態における構成の一例を示す図である。

【図３】図３は、本発明に係るスイッチ制御部４０の構成の一例を示す図である。

【図４】図４は、本発明による指向性エネルギー照射装置の第１の実施の形態における動作の一例を示す図である。

【図５】図５は、本発明による指向性エネルギー照射装置の第２の実施の形態における構成の一例を示す図である。

【図６】図６は、本発明による指向性エネルギー照射装置の第３の実施の形態における構成の一例を示す図である。

【図７】図７は、本発明による指向性エネルギー照射装置の第２の実施の形態における構成の他の一例を示す図である。

【図８】図８は、本発明による指向性エネルギー照射装置の第３の実施の形態における構成の他の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１７】

以下、添付図面を参照しながら本発明の実施の形態を説明する。図面において同一、又は類似の参照符号は、同一、類似、又は等価な構成要素を示している。同一の構成を個別に示す場合は参照符号に追番を付して説明する。

【００１８】

１．第１の実施の形態

図２から図４を参照して、本発明による指向性エネルギー照射装置１００の第１の実施の形態を説明する。第１の実施の形態における指向性エネルギー照射装置１００は、外的環境又は内的環境に応じてマイクロ波（高周波電力）の供給先となる照射装置を切り替えることで、照射する指向性エネルギーとしてレーザ光２００と高出力マイクロ波３００（ＨＰＭ：Ｈｉｇｈ　Ｐｏｗｅｒ　Ｍｉｃｒｏｗａｖｅ）の一方を選択する。これにより、外的環境又は内的環境に対して最適な指向性エネルギーによって、目標を破壊することが可能となる。以下、第１の実施の形態における指向性エネルギー照射装置１００の詳細を

説明する。

【００１９】

図２は、本発明による指向性エネルギー照射装置１００の第１の実施の形態における構成の一例を示す図である。図２を参照して、第１の実施の形態における指向性エネルギー照射装置１００は、マイクロ波源１０、パルス圧縮器１１、導波管１２、１３、１４、ＦＥＬ装置２０、高出力マイクロ波（ＨＰＭ：Ｈｉｇｈ　Ｐｏｗｅｒ　Ｍｉｃｒｏｗａｖｅ）装置３０（以下、ＨＰＭ装置３０と称す）、スイッチ制御部４０、及び切替スイッチ５０を具備する。

【００２０】

マイクロ波源１０は、クライストロンに例示され、所定の周波数（例えば数ＧＨｚ）のマイクロ波（高周波電力）を出力する。マイクロ波源１０から出力されたマイクロ波（高周波電力）は、パルス圧縮器１１によってパルス圧縮され導波管１２を介して切替スイッチ５０に入力される。切替スイッチ５０は、スイッチ制御部４０からのスイッチ制御信号４００に応じて、マイクロ波源１０（導波管１２）に接続する装置を切り替える。本発明に係る切替スイッチ５０は、高周波スイッチに例示され、ＦＥＬ装置２０（導波管１３）とＨＰＭ装置３０の一方をマイクロ波源１０（導波管１２）に接続する。切替スイッチ５０は、半導体スイッチと電気機械式スイッチのいずれかにより実現できるが、挿入損失が小さく大電力伝送を実現するため電気機械式スイッチが好適である。ただし、大電力伝送が可能であれば応答速度の速い半導体スイッチが切替スイッチ５０として好適に利用される。

【００２１】

スイッチ制御部４０は、外的環境を示す情報や内的環境を示す情報に応じて、切替スイッチ５０のスイッチング動作を制御するスイッチ制御信号４００を出力する。図３は、本発明に係るスイッチ制御部４０の構成の一例を示す図である。スイッチ制御部４０は、有効判定部４１と照射後判定部４２を具備する。有効判定部４１と照射後判定部４２は、記憶装置（図示なし）に記録されたプログラムが演算処理装置（図示なし）によって実行されることで実現されることが好ましい。

【００２２】

有効判定部４１は、図示しないセンサや入力装置（インターフェース）から入力される状態情報４０１に基づいて目標破壊に有効な破壊方法を判定し、判定結果に応じたスイッチ制御信号４００を出力する。有効判定部４１は、状態情報４０１に基づき、目標破壊にレーザ光２００（ＦＥＬ２００）が有効と判断した場合、あるいは、ＨＰＭ装置３０が利用できないと判断した場合、ＦＥＬ装置２０を選択するスイッチ制御信号４００を出力する。又、有効判定部４１は、状態情報４０１に基づき、目標破壊に高出力マイクロ波３００（ＨＰＭ３００）が有効と判断した場合、あるいは、ＦＥＬ装置２０が利用できないと判断した場合、ＨＰＭ装置３０を選択するスイッチ制御信号４００を出力する。

【００２３】

ここで、状態情報４０１は、破壊方法を指定する指令情報、ＦＥＬ装置２０やＨＰＭ装置３０の状態（稼動可否）を示す装置稼動情報、指向性エネルギー照射装置１００の周辺における環境情報、目標の状態や種別等を示す目標情報のいずれかを含むことが好ましい。具体的には、指令情報は、破壊方法としてＦＥＬ又はＨＰＭの一方を指定する情報である。指令情報は、入力装置を介して手動で入力されてもよいし、インタフェースを介して外部システムから自動で入力されてもよい。装置稼動情報は、ＦＥＬ装置２０やＨＰＭ装置３０に設けられたセンサ（図示なし）から出力される照射装置の現在の稼動状態を示す情報である。装置稼動情報は、図示しないセンサが検出した稼動状況を示すパラメータ（例えば電圧、電流、温度、周波数等）でもよいし、センサが検出した各種パラメータの解析結果に応じて導出されたＦＥＬ装置２０やＨＰＭ装置３０の稼動可否や自己診断結果（故障有無、能力低下）を示す情報でもよい。環境情報は、指向性エネルギー照射装置１００周辺の気象情報（降雨量、降雪量、霧、風力、風向、気温、湿度等）、地形情報（高度、周辺環境（山岳、海辺、河川、植生、海面反射）、目標外情報（目標以外の人工物の種

類、位置、速度、移動方向、数等）のいずれかを含む。環境情報のうち、地形情報は予め図示しない記憶装置に記録されていることが好ましい。その他の環境情報は、図示しない監視装置（例えば、各種気象監視装置、敵味方識別装置、レーダ等）によって検出され得る。目標情報は、目標種別、目標表面の温度分布、目標上におけるビーム広がり、目標の移動方向、目標の速度、目標位置（目標の配置）、目標数、欺瞞の有無のいずれかを含む。目標情報は、図示しない監視装置（例えば、レーダ、温度センサ、赤外線センサ等）を利用して取得され得る。

【００２４】

有効判定部４１は、照射中の照射装置を示す照射状況情報４０２を照射後判定部４２に通知する。照射状況情報４０２は、目標に対してＦＥＬ又はＨＰＭを照射中であるか否かを示す情報や、使用する照射装置を特定する情報を含む。照射後判定部４２は、照射状況情報４０２に基づいて現在、目標に対しＦＥＬ又はＨＰＭが照射中であるか否かの判定や、使用中の照射装置を特定する。

【００２５】

照射後判定部４２は、状態情報４０１及び照射状況情報４０２に基づいて、ＦＥＬ又はＨＰＭの照射後における目標破壊効果を判定し、判定結果に応じたスイッチ制御信号４００を出力する。照射後判定部４２は、状態情報４０１のうち、特に目標情報に基づいて照射中のＦＥＬ又はＨＰＭの効果を判定し、判定結果に応じて照射する装置を決定することが好ましい。照射後判定部４２は、照射中のＦＥＬによる目標破壊効果がないと判定した場合、ＨＰＭ装置３０を選択するスイッチ制御信号４００を出力する。又、照射後判定部４２は、照射中のＨＰＭによる目標破壊効果がないと判定した場合、ＦＥＬ装置２０を選択するスイッチ制御信号４００を出力する。

【００２６】

照射状況情報４０２は、ＦＥＬ装置２０又はＨＰＭ装置３０のうち、使用不能な装置を特定する情報を含んでも良い。照射後判定部４２は、ＦＥＬ装置２０又はＨＰＭ装置３０の一方が使用不能である場合、照射状況情報４０２による破壊方法の判定を行わず、使用可能な装置を選択するスイッチ制御信号４００を出力する。

【００２７】

図２を参照して、ＦＥＬ装置２０は、結合器２３、電子銃２１、複数の加速器２２－１、２２－２、ダンプ２４、アンジュレータ２５、反射鏡２６を具備する。切替スイッチ５０を介して導波管１３に供給されたマイクロ波（高周波電力）は、結合器２３を介して、加速器２２－１、２２－２のそれぞれに供給される。電子銃２１によって生成された自由電子は、ディスクローデッド加速管に例示される加速器２２－１、２２－２によって光速近傍に加速され、アンジュレータ２５を通過することで放射光が生成される。アンジュレータ２５で発生した放射光は、反射鏡２６間を往復することでコヒーレンシーが高まり、自由電子のエネルギー及びアンジュレータ周期に応じた波長（例えばＩＲ帯）のレーザ光２００（ＦＥＬ２００）として出力される。尚、自由電子の加速に利用されなかった残りの電力は、加速器２２で回収し再度加速にしてもよいし、ダミーロード２７－１、２７－２において熱エネルギーに変換されてもよい。又、加速器２２の数は上述に限らず任意に設定できることは言うまでもない。

【００２８】

ＨＰＭ装置３０は、導波管１４に接続されたパルス圧縮器３１－１～３１－ｎ、電力分配ビーム制御部３２、アンテナ３３を具備する（ｎは１以上の整数）。切替スイッチ５０を介して導波管１４に供給されたマイクロ波（高周波電力）は、ＨＰＭ用のパルス圧縮器３１－１～３１－ｎによって圧縮され、電力分配ビーム制御部３２に供給される。電力分配ビーム制御部３２は、アレイアンテナに例示されるアンテナ３３にマイクロ波を電力分配する。アンテナ３３は、分配されたマイクロ波を高出力マイクロ波３００（ＨＰＭ３００）として出力する。この際、ＨＰＭ３００の照射方向は、電力分配ビーム制御部３２におけるビーム制御によって決められる。

【００２９】

ＦＥＬ２００を目標又は目標近傍に照射することで、目標表面の温度が上昇し、又は目標表面の電離作用により当該目標を物理的に破壊することができる。一方、ＨＰＭ３００を目標に照射することで、目標とする人工物（飛翔体や艦船、施設）に搭載された電子回路に電磁誘導による大電流を発生させ、当該電子回路を破壊することができる。これにより、当該人工物の機能を破壊することができる。

【００３０】

以上のような構成により、本発明による指向性エネルギー照射装置１００は、レーザ光２００による物理的破壊と、ＨＰＭ３００による機能破壊を選択することができる。この際、本実施の形態における指向性エネルギー照射装置１００は、気象条件や目標状態に例示される外的環境や、装置稼動状況等に例示される内的環境に応じて、目標破壊に有効な破壊方法として、レーザ光２００とＨＰＭ３００の一方を選択する。例えば、気象条件によってレーザ光２００による効果が期待できない場合（例えば、降雨、降雪、霧等によりレーザ光２００の到達距離が短くなる場合）、当該気象条件に影響されにくいＨＰＭ３００を利用して、目標を破壊することができる。一方、目標が、制御不能による墜落により被害を受けると想定される位置にある場合や電磁シールド能力が高い場合、レーザ光２００によって飛翔体を物理的に破壊することができる。

【００３１】

次に、図４を参照して、第１の実施の形態における指向性エネルギー照射装置１００の動作の一例を説明する。図４は、第１の実施の形態における指向性エネルギー照射装置１００のスイッチ切替判定動作の一例を示すフロー図である。

【００３２】

ここでは、ＦＥＬ装置２０とＨＰＭ装置３０のどちらを利用して目標を破壊するかの選択アルゴリズムが示される。先ず、スイッチ制御部４０は、状態情報４０１に指令情報（外部指令）が含まれているか否かを判定する（ステップＳ１０１）。ここで、指令情報としてＦＥＬ照射の外部指令が含まれている場合、スイッチ制御部４０はＦＥＬ装置２０を選択するスイッチ制御信号４００を出力する。これにより、切替スイッチ５０によってマイクロ波源１０とＦＥＬ装置２０とが接続され、ＦＥＬ装置２０から目標に対してＦＥＬ２００が照射される（ステップＳ２０１）。ＦＥＬ２００が照射された後、所定のタイミングで照射効果の確認が行われる（ステップＳ２０２）。ここでは目標の状態が確認される。効果の確認のタイミングは、ＦＥＬ２００を所定の回数照射した後や、所定の周期で行われても良いし、任意のタイミングで行われても良い。後述するステップＳ２０６のタイミングも同様である。ステップＳ２０２において、目標が残存していると判断された場合、引き続き、ＦＥＬ２００の照射が行われ、目標が破壊（撃破）されたと判断された場合、処理を終了する。

【００３３】

一方、ステップＳ１０１において、指令情報としてＨＰＭ照射の外部指令が含まれている場合、スイッチ制御部４０はＨＰＭ装置３０を選択するスイッチ制御信号４００を出力する。これにより、切替スイッチ５０によってマイクロ波源１０とＨＰＭ装置３０とが接続され、ＨＰＭ装置３０から目標に対してＨＰＭ３００が照射される（ステップＳ２０３）。ＨＰＭ３００が照射された後、所定のタイミングで照射効果の確認が行われる（ステップＳ２０４）。ここでは目標の状態が確認される。効果の確認のタイミングは、ＨＰＭ３００を所定の回数照射した後や、所定の周期で行われても良いし、任意のタイミングで行われても良い。後述するステップＳ２０８のタイミングも同様である。ステップＳ２０４において、目標が残存していると判断された場合、引き続き、ＨＰＭ３００の照射が行われ、目標が破壊（撃破）されたと判断された場合、処理を終了する。

【００３４】

ステップＳ１０１において、状態情報４０１に指令情報（外部指令）が含まれていない場合（照射装置の指定がない場合）、スイッチ制御部４０は、状態情報４０１における環境情報に基づいて照射不可の装置を判定する（ステップＳ１０２）。ステップＳ１０２における判定方法は、例えば、（１）ＦＥＬ２００とＨＰＭ３００のそれぞれの照射エリア

に基づいて照射可否を判定する方法、（２）気象状況や気象予報に基づいて照射可否を判定する方法がある。

【００３５】

（１）の判定方法では、ＦＥＬ２００とＨＰＭ３００のそれぞれの照射エリア内に目標以外の人工物（例えば、味方、民間機、民間船舶・施設等）が存在するか否かの判定や、存在する場合、その位置や数に応じて照射不可の装置が判定される。例えば、照射エリア内における目標以外の人工物の数が規定値（０を含む閾値）より多い場合、当該照射エリアに対応する照射装置が照射不可として判定される。ここで判定に利用される目標外人工物数の閾値は、ＦＥＬ２００とＨＰＭ３００で異なる値が設定されても良い。ＨＰＭ３００の照射エリアは、ＦＥＬ２００よりも広いため、同じ目標に対して照射する場合でもＨＰＭ装置３０は照射不可と判定され、ＦＥＬ装置２０は照射可と判定されることがある。すなわち、目標以外の人工物が多い領域に対しては、ＦＥＬ２００が優先的に利用され得る。照射エリアによる照射可否を判定する際、目標に対して照射する場合の照射エリアが算出されることが好ましい。この際、海面反射の影響に基づいて照射エリアが修正され、修正された照射エリアに基づいて照射可否判定が行われることが好ましい。例えば、ＨＰＭ３００を海面近傍に照射する場合、海面反射の影響により照射エリアが変化する。このため、地形情報を考慮して、照射不可判定に利用する照射エリアが算出されることは有効である。

【００３６】

（２）の判定方法では、例えば、降雨、降雪、霧の場合、ＦＥＬ装置２０が照射不可として判定され得る。このとき、地形情報に基づいて予測された気象状況に応じて照射不可装置の判定が行われても良い。例えば、山岳地帯や海岸沿いといった気象に影響のあるパラメータに基づいて、降雨、降雪、雲や霧の発生が予測され、予測結果に基づいて照射可否が判定されてもよい。

【００３７】

ステップＳ１０２において、ＨＰＭ照射不可と判定したスイッチ制御部４０はＦＥＬ装置２０を選択するスイッチ制御信号４００を出力する。これにより、切替スイッチ５０によってマイクロ波源１０とＦＥＬ装置２０とが接続され、ＦＥＬ装置２０から目標に対してＦＥＬ２００が照射される（ステップＳ２０１）。ＦＥＬ２００が照射された後、上述と同様にステップＳ２０２の処理に移行する。

【００３８】

一方、ステップＳ１０２において、ＦＥＬ照射不可と判定したスイッチ制御部４０はＨＰＭ装置３０を選択するスイッチ制御信号４００を出力する。これにより、切替スイッチ５０によってマイクロ波源１０とＨＰＭ装置３０とが接続され、ＨＰＭ装置３０から目標に対してＨＰＭ３００が照射される（ステップＳ２０３）。ＨＰＭ３００が照射された後、上述と同様にステップＳ２０４の処理に移行する。

【００３９】

ステップＳ１０２において、照射不可と判定された照射装置がない場合、スイッチ制御部４０は、状態情報４０１における装置稼動情報に基づいて照射不可の装置を判定する（ステップＳ１０３）。ここでスイッチ制御部４０は、装置稼動情報に基づいて正常に稼動していない照射装置（故障、能力低下等）、及び正常に稼動可能な照射装置を特定する。この際、ＦＥＬ装置２０が正常に稼動し、ＨＰＭ装置３０が正常に稼動していないと判定された場合（ＨＰＭ３００のみが照射不可の場合）、上述と同様にステップＳ２０１、Ｓ２０２の処理に移行する。一方、ＨＰＭ装置３０が正常に稼動し、ＦＥＬ装置２０が正常に稼動していないと判定された場合（ＦＥＬ２００のみが照射不可の場合）、上述と同様にステップＳ２０３、Ｓ２０４の処理に移行する。

【００４０】

ステップＳ１０３おいて、照射不可と判定された照射装置がない場合、スイッチ制御部４０は、状態情報４０１における目標情報に基づいて目標破壊に有効な照射装置を特定する（ステップＳ１０４、Ｓ１０５）。ここでは、先ず目標情報のうち、目標種別情報に基

づいて目標破壊効果の高い照射装置が選択される（ステップＳ１０４）。詳細には、スイッチ制御部４０は、目標種別情報から目標のプラットフォームの種別（例えば航空機、ミサイル、船舶、車両）やその機種を特定し、これに対して効果の高い照射装置を選択する。この際、目標種別情報として、目標識別装置や外部システムから通知される識別情報が好適に利用される。スイッチ制御部４０は、目標種別等を特定することで、目標の構造物の厚さ、電装品の有無、電磁シールド能力、対レーザミラーの有無等の目標特性を確認し、これらの目標特性に基づいて目標破壊効果の高い照射装置を選択する。例えば、目標の構造物の厚さが、構造物の素材に応じて設定された規定値以上の場合や、目標に対レーザミラーが搭載されている場合、ＦＥＬ２００よりもＨＰＭ３００が有効と判定する。あるいは、目標に電装品が搭載されていない場合や、目標の電磁シールド能力が所定の能力以上である場合、ＨＰＭ３００よりもＦＥＬ２００が有効と判定する。ただし、目標特性の組み合わせにより照射装置の優劣がつきにくい場合等には、両者が効果ありと判定されることが好ましい。

【００４１】

ステップＳ１０４において、ＦＥＬ照射が有効と判定したスイッチ制御部４０は、ＦＥＬ装置２０を選択するスイッチ制御信号４００を出力する。これにより、切替スイッチ５０によってマイクロ波源１０とＦＥＬ装置２０とが接続され、ＦＥＬ装置２０から目標に対してＦＥＬ２００が照射される（ステップＳ２０５）。ＦＥＬ２００が照射された後、所定のタイミングで照射効果の確認が行われる（ステップＳ２０６）。ステップＳ２０６において、目標が残存していると判断された場合、ＨＰＭ３００の照射に切り替えられ（ステップＳ２０７）、目標が破壊（撃破）されたと判断された場合、処理を終了する。

【００４２】

一方、ステップＳ１０４において、ＦＥＬ照射が有効と判定したスイッチ制御部４０は、ＨＰＭ装置３０を選択するスイッチ制御信号４００を出力する。これにより、切替スイッチ５０によってマイクロ波源１０とＨＰＭ装置３０とが接続され、ＨＰＭ装置３０から目標に対してＨＰＭ３００が照射される（ステップＳ２０７）。ＨＰＭ３００が照射された後、所定のタイミングで照射効果の確認が行われる（ステップＳ２０８）。ここでは目標の状態が確認される。ステップＳ２０８において、目標が残存していると判断された場合、ＦＥＬ２００の照射に切り替えられ（Ｓ２０５）、目標が破壊（撃破）されたと判断された場合、処理を終了する。

【００４３】

ステップＳ１０４において、目標種別に応じた目標特性により照射装置に優劣がつかない場合、スイッチ制御部４０は、状態情報４０１における目標情報のうち、目標の状態を示す情報に基づいて目標破壊効果の高い照射装置を選択する（ステップＳ１０５）。ステップＳ１０５における判定方法は、例えば、（３）対処時間に応じて優劣を判定する方法、（４）目標数や目標位置（配置）に応じて優劣を判定する方法、（５）目標の欺瞞手段の有無や種類に応じて優劣を判定する方法がある。

【００４４】

（３）の判定方法では、目標速度が規定値以上の場合、目標破壊に要する対処時間が短いためＦＥＬ２００よりもＨＰＭ３００が有効と判定され、当該規定値よりも低速の場合、他の判定方法により有効と判定された照射方法が優先される。特にクロスレンジ方向の速度が規定値以上の場合、ＨＰＭ３００が有効と判断される。クロスレンジ方向の速度が規定値以上の場合、目標が回避行動を行っているものと判断できるため、その規定値は、クロスレンジ方向外の速度の規定値に比べ、低速に設定されることが好ましい。

【００４５】

（４）の判定方法では、対処が必要な目標数が、ＦＥＬ２００の対処可能数（規定値）よりも多い場合、短時間に広範囲対処が可能なＨＰＭ３００が有効と判定され、当該規定値よりも少ない場合、他の判定方法により有効と判定された照射方法が優先される。あるいは、目標位置が指向性エネルギー照射装置１００に対し所定の規定距離より遠い場合、照射効果が遠方まで届くＨＰＭ３００が有効と判定され、当該規定距離よりも近い場合、

他の判定方法により有効と判定された照射方法が優先される。更に、対処が必要な目標の配置によって照射方法が選択されてもよい。例えば、目標が、規定の範囲よりも広い範囲に分散している場合、短時間に広範囲対処が可能なＨＰＭ３００が有効と判定され、当該規定値より狭い範囲に目標が配置されている場合、他の判定方法により有効と判定された照射方法が優先される。

【００４６】

（５）の判定方法では、目標周辺の欺瞞手段が検出された場合、欺瞞手段の種別、欺瞞範囲等に対して有効な照射装置が選択される。ここで、欺瞞手段は、図示しないレーダや赤外線カメラ等から取得した情報に基づいて検出され、例えばチャフ、フレア、スモーク等がある。例えば、指向性エネルギー照射装置１００と目標との間にスモークが存在する場合、ＨＰＭ３００が有効と判定され、チャフが存在する場合、ＦＥＬ２００が有効と判定され得る。又、フレアが存在する場合、照射エリアが広範囲なＨＰＭ３００が有効と判定されることが好ましい。

【００４７】

次に、ステップＳ２０２、Ｓ２０４、Ｓ２０６、Ｓ２０８における目標状態の判定動作の具体例を説明する。ここでは、ＦＥＬ２００又はＨＰＭ３００を照射した後における破壊効果が判定される。

【００４８】

先ず、目標にＦＥＬ２００を照射した後の破壊効果の判定動作について説明する。ＦＥＬ２００による破壊効果の判定は、例えば（６）目標表面温度分布に基づく判定方法、（７）ビーム広がりに基づく判定方法、（８）レーザ反射強度に基づく判定方法がある。

【００４９】

（６）の判定方法では、ＦＥＬ２００照射前後における目標の温度変化（温度上昇量）が規定値以下の場合、ＦＥＬ２００による温度上昇効果がなく、目標が残存すると判定される。目標表面の温度分布の変化は赤外線カメラ等により観測され、天候や目標表面の材質や塗装を考慮した規定値により温度上昇効果が判定されることが好ましい。

【００５０】

（７）の判定方法では、ＦＥＬ２００照射後の目標周辺におけるビーム広がりが規定値以上である場合、ＦＥＬ２００による破壊効果がなく、目標が残存すると判定される。天候や大気の状態により、ビーム広がりが予測された範囲を超える場合があるため、ビーム広がりを観測することは有効である。

【００５１】

（８）の判定方法では、ＦＥＬ２００の反射強度に基づいて算出された反射断面積が規定値以上である場合、ＦＥＬ２００による破壊効果がなく、目標が残存すると判定される。

【００５２】

次に、目標に対しＦＥＬ２００又はＨＰＭ３００を照射した後の破壊効果の判定動作について説明する。ＦＥＬ２００又はＨＰＭ３００による破壊効果の判定は、例えば（９）照射前後における目標との相対速度に基づく判定方法、（１０）照射前後における目標の移動状態の変化に基づく判定方法、（１１）照射後の目標の残存情報による判定方法がある。

【００５３】

（９）の判定方法では、ＦＥＬ２００又はＨＰＭ３００の照射後における目標との相対速度が所定の値以上である場合、当該照射による破壊効果がなく目標が残存すると判定される。

【００５４】

（１０）の判定方法では、ＦＥＬ２００又はＨＰＭ３００の照射前後における目標との相対速度の変化量（例えば下降量）が規定値以上の場合、あるいは、目標の移動方向（軌道）の変化量が規定値以上の場合、当該照射による破壊効果がなく目標が残存すると判定される。

【００５５】
目標の残存情報は、指向性エネルギーが照射された目標が残存しているか否かを示す情報であり、例えば、捜索レーダ等によって検出することができる。（１１）の判定方法では、例えば、捜索レーダ等による検索結果に基づく残存情報により、ＦＥＬ２００又はＨＰＭ３００の照射後において目標が残存しているか否かが判定される。
【００５６】
上記（７）～（１１）の判定処理は、ステップＳ１０５において行われても良い。この場合、効果判定の前にＦＥＬ２００又はＨＰＭ３００が試射される。又、試射する照射装置は予め決められていることが好ましく、効果判定の内容からＦＥＬ２００を試射することが好ましい。
【００５７】
以上のように、第１の実施の形態における指向性エネルギー照射装置１００によれば、ＦＥＬ装置２０とＨＰＭ装置３０を目標や環境に応じて使い分けることで、目標破壊性能が向上する。例えば、目標種別、天候、照射効果に応じて破壊効果の高い照射光（指向性エネルギー）を選択できるため、対処能力が向上する。特に、レーザ光による破壊効果が見込めない状況においても、目標物を破壊することが可能となる。又、目標の周囲に存在する目標以外の人工物（施設や移動体）に対する影響を抑制しながら、選択的に目標を破壊することができる。
【００５８】
更に、切替スイッチ５０によりマイクロ波（高周波電力）の供給先を切り替えられることから、共通のマイクロ波源１０をＦＥＬ照射又はＨＰＭ照射に利用可能となる。すなわち、ＦＥＬ照射又はＨＰＭ照射のために複数のマイクロ波源を用意することがないため、消費電力の低減とシステムサイズの低減が実現される。
【００５９】
２．第２の実施の形態
図５を参照して、本発明による指向性エネルギー照射装置１００の第２の実施の形態を説明する。第２の実施の形態における指向性エネルギー照射装置１００は、ＦＥＬ２００を照射する際に発生する余剰電力を利用してＨＰＭ３００を出力する。これにより、共通のマイクロ波源１０により、ＦＥＬ２００とＨＰＭ３００を同時的に、又は個別に照射することが可能となる。特に、レーザ光による破壊効果が見込めない状況においても、目標物を破壊することが可能となる。以下、第２の実施の形態における指向性エネルギー照射装置１００の詳細を説明する。
【００６０】
図５は、本発明による指向性エネルギー照射装置１００の第２の実施の形態における構成の一例を示す図である。図５を参照して、第２の実施の形態における指向性エネルギー照射装置１００は、マイクロ波源１０、パルス圧縮器１１、導波管１５、１７－１、１７－２、１８、ＦＥＬ装置２０、ＨＰＭ装置３０、位相合成器１６を具備する。尚、パルス圧縮器１１は省略しても構わない。
【００６１】
マイクロ波源１０は、クライストロンに例示され、所定の周波数（例えば数ＧＨｚ）のマイクロ波（高周波電力）を出力する。マイクロ波源１０から出力されたマイクロ波（高周波電力）は、パルス圧縮器１１によってパルス圧縮され導波管１５を介してＦＥＬ装置２０に供給される。マイクロ波源１０の数は任意に設定でき、１つでも、複数でも構わない。
【００６２】
ＦＥＬ装置２０は、結合器２３、電子銃２１、複数の加速器２２－１、２２－２、ダンプ２４、アンジュレータ２５、反射鏡２６を具備する。導波管１５を介して供給されたマイクロ波（高周波電力）は、結合器２３を介して加速器２２－１、２２－２のそれぞれに供給される。電子銃２１によって生成された自由電子は、ディスクローデッド加速管に例示される加速器２２－１、２２－２によって光速近傍に加速され、アンジュレータ２５を

通過することで放射光が生成される。アンジュレータ２５で発生した放射光は、反射鏡２６間を往復することでコヒーレンシーが高まり、自由電子のエネルギー及びアンジュレータ周期等に応じた波長（例えばＩＲ帯）のＦＥＬ２００として出力される。本実施の形態では、マイクロ波源から供給されたマイクロ波（高周波電力）のうち、自由電子の加速に利用されなかった余剰電力は、ダミーロードではなく導波管１７－１、１７－２を介して位相合成器１６に供給される。例えば、マイクロ波源１０から数メガワットのマイクロ波が供給された場合、当該マイクロ波と同じ周波数の基本波に加え、当該基本波に対して整数倍の周波数の高調波を有する数ギガワットの余剰電力が発生する。尚、マイクロ波源１１が複数設けられた場合は、それに対応して結合器２３、加速器２２、導波管１５も複数設けられることは言うまでもない。

【００６３】

加速器２２は、ディスク間に形成された加速空洞を複数有するディスク装荷加速構造の加速管（高周波空洞）に例示されるエネルギー回収型線形加速器である。ディスクには自由電子によるビームが通過するビームロードが形成される。加速器２２としては、例えば減衰型空洞、離調型空洞、チョーク型空洞のいずれかを利用できる。本実施の形態における加速器２２の端部の一方から、結合器２３を介して供給されたマイクロ波（高周波電力）は、加速器２２を伝播し、他方に接続された結合器（図示なし）を介して導波管１７に出力される。この際、マイクロ波は加速器２２において自由電子の加速に用いられ、残りの余剰電力が導波管１７に出力される。

【００６４】

位相合成器１６は、複数の加速器２２－１、２２－２から出力される余剰電力の位相を合成し、導波管１８に出力する。

【００６５】

ＨＰＭ装置３０は、導波管１８に接続されたパルス圧縮器３１－１～３１－ｎ、電力分配ビーム制御部３２、アンテナ３３を具備する（ｎは２以上の整数）。導波管１８に供給されたマイクロ波（余剰電力）は、ＨＰＭ用のパルス圧縮器３１－１～３１－ｎによって圧縮され、電力分配ビーム制御部３２に供給される。電力分配ビーム制御部３２は、アレイアンテナに例示されるアンテナ３３にマイクロ波を電力分配する。アンテナ３３は、分配されたマイクロ波を高出力マイクロ波３００（ＨＰＭ３００）として出力する。この際、ＨＰＭ３００の照射方向は、電力分配ビーム制御部３２におけるビーム制御によって決められる。

【００６６】

以上のような構成により、本発明による指向性エネルギー照射装置１００は、マイクロ波源１０から供給されるマイクロ波（高周波電力）を利用してＦＥＬ２００を照射するとともに、ＦＥＬ装置２０における余剰電力を利用してＨＰＭ３００を照射することができる。ＦＥＬ２００とＨＰＭ３００は同時的に出力されても良いし、それぞれ異なるタイミングで照射されても良い。例えば、図７に示すように、加速器２２－１、２２－２に、導波管１７－１、１７－２と、ダミーロードの一方を選択するスイッチ２８－１、２８－２を用意することで、ＨＰＭ３００を照射するか否かの制御を行なうことができる。あるいは、位相合成器１６と導波管１８の間にマイクロ波の導通を制御するスイッチ（図示なし）を用意することで、ＨＰＭ３００を照射するか否かの制御を行うことができる。また、図７に示すように、電子銃２１から電子の供給を停止（制御）する制御装置２９を設けることで、ＦＥＬ２００の照射を停止（制御）することができる。この場合、ＨＰＭ３００の照射を制御するためのスイッチや、ＦＥＬ２００の照射を制御する制御装置は、第１の実施の形態で示したスイッチ制御部４０と同様のアルゴリズムにより制御されることが好ましい。図７に示す一例の場合、スイッチ２８－１、２８－２及び制御装置２９は、スイッチ制御部４０から出力されるスイッチ制御信号４００に応じて制御される。又、図示しないが、スイッチ２８－１、２８－２と制御装置２９の一方のみを設けた構成でも構わない。この場合ＦＥＬ２００とＨＰＭ３００の一方のみの照射と同時照射とが切り替えられることとなる。

【００６７】
第２の実施の形態における指向性エネルギー照射装置１００によれば、ＦＥＬ装置２０とＨＰＭ装置３０をそれぞれ単体で使用するほか、同時に使用することも可能であり、環境によらず、対処能力（目標破壊能力）が向上する。又、サイズや消費電力で主要な構成品である、マイクロ波源１０を共用化することで、システムサイズに大きな変更なく、ＦＥＬ装置２０とＨＰＭ装置３０が使用可能となる。更に、ＨＰＭ装置３０から照射されるＨＰＭ３００は、加速器２２内の余剰電力として発生した高調波が含まれるため、ＨＰＭ３００のスペクトルが広がり（広範囲な周波数成分を含み）、特定の周波数に対する防御手段を回避することができる。すなわち、本実施の形態におけるＨＰＭ装置３０によれば、マイクロ波源１０からの高周波電力を直接利用する形態に比べて、ＨＰＭ３００による破壊性能が向上する。

【００６８】
３．第３の実施の形態
図６を参照して、本発明による指向性エネルギー照射装置１００の第３の実施の形態を説明する。第３の実施の形態における指向性エネルギー照射装置１００は、ＦＥＬ２００を照射する際に発生する余剰電力を利用してＨＰＭ３００を出力する。第３の実施の形態における指向性エネルギー照射装置１００は、複数の加速器のそれぞれから供給された余剰電力を位相合成せず個別に位相制御してアレイアンテナからＨＰＭ３００を照射する。これにより、第２の実施の形態と同様に、共通のマイクロ波源１０により、ＦＥＬ２００とＨＰＭ３００を同時的に、又は個別に照射することが可能となる。又、レーザ光による破壊効果が見込めない状況においても、目標物を破壊することが可能となる。更に、個々の導波管１７、ＨＰＭ用パルス圧縮器３１、位相制御器３４、アンテナ素子３５に供給される電力を低減することができる。以下、第３の実施の形態における指向性エネルギー照射装置１００の詳細を説明する。

【００６９】
図６は、本発明による指向性エネルギー照射装置１００の第３の実施の形態における構成の一例を示す図である。図６を参照して、第３の実施の形態における指向性エネルギー照射装置１００は、マイクロ波源１０、パルス圧縮器１１、導波管１５、１７－１～１７－ｎ、１８、ＦＥＬ装置２０、ＨＰＭ装置３０を具備する。

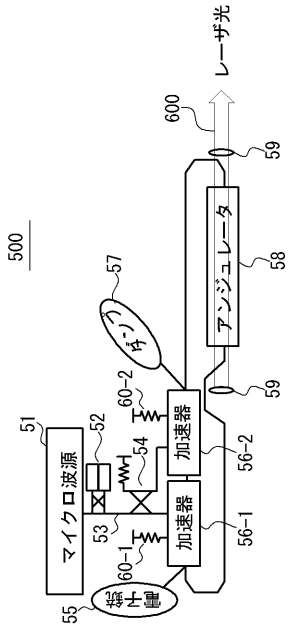
【００７０】
マイクロ波源１０は、クライストロンに例示され、所定の周波数（例えば数ＧＨｚ）のマイクロ波（高周波電力）を出力する。マイクロ波源１０から出力されたマイクロ波（高周波電力）は、パルス圧縮器１１によってパルス圧縮され導波管１５を介してＦＥＬ装置２０に供給される。マイクロ波源１０の数は任意に設定でき、１つでも、複数でも構わない。

【００７１】
ＦＥＬ装置２０は、結合器２３、電子銃２１、複数の加速器２２－１～２２－ｎ、ダンプ２４、アンジュレータ２５、反射鏡２６を具備する。導波管１５を介して供給されたマイクロ波（高周波電力）は、結合器２３を介して加速器２２－１～２２－ｎのそれぞれに供給される。電子銃２１によって生成された自由電子は、ディスクローデッド加速管に例示される加速器２２－１～２２－ｎによって光速近傍に加速され、アンジュレータ２５を通過することで放射光が生成される。アンジュレータ２５で発生した放射光は、反射鏡２６間を往復することでコヒーレンシーが高まり、自由電子のエネルギー及びアンジュレータ周期に応じた波長（例えばＩＲ帯）のＦＥＬ２００として出力される。本実施の形態では、自由電子の加速に利用されなかった余剰電力は、ダミーロードではなく導波管１７－１～１７－ｎを介して対応する位相制御部３４－１～３４－ｎに供給される。例えば、マイクロ波源１０から数メガワットのマイクロ波が供給された場合、当該マイクロ波と同じ周波数の基本波に加え、当該基本波に対して整数倍の周波数の高調波を有する数ギガワットの余剰電力が発生する。加速器２２の構成は、第２の実施の形態と同様であるので、その説明は省略する。尚、マイクロ波源１１が複数設けられた場合は、それに対応して結合

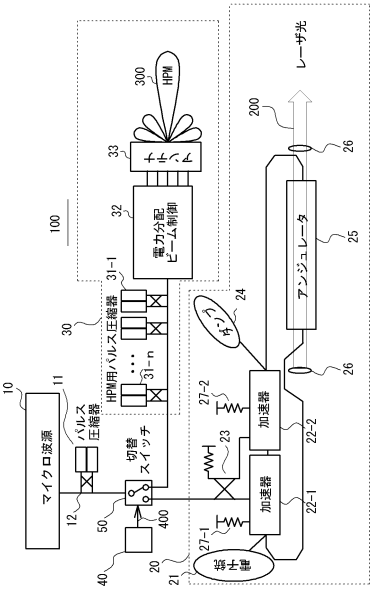
器２３、加速器２２、導波管１５も複数設けられることは言うまでもない。
【００７２】
ＨＰＭ装置３０は、対応する導波管１７－１～１７－ｎに接続されたパルス圧縮器３１－１～３１－ｎ、位相制御部３４－１～３４－ｎ、アンテナ素子３５－１～３５－ｎを具備する。導波管１７－１～１７－ｎに供給されたマイクロ波（余剰電力）は、ＨＰＭ用のパルス圧縮器３１－１～３１－ｎのそれぞれにおいて圧縮され、対応する位相制御部３４－１～３４－ｎに供給される。位相制御部３５－１～３５－ｎは、供給されたマイクロ波の位相及び振幅を制御することでその指向性を制御し（重みづけ処理）、対応するアンテナ素子３５－１～３５－ｎに出力する。アンテナ素子３５－１～３５－ｎは、それぞれが位相制御されたＨＰＭ３００を出力するアクティブフェーズドアレイアンテナとして機能する。又、ＨＰＭ用パルス圧縮器３１、位相制御３４、アンテナ素子３５の数は必ずしも同一である必要は無く、例えばＨＰＭ用パルス圧縮器３１と位相制御３４の間に位相分配器(図示なし)を設けてもよい。
【００７３】
以上のような構成により、本発明による指向性エネルギー照射装置１００は、マイクロ波源１０から供給されるマイクロ波（高周波電力）を利用してＦＥＬ２００を照射するとともに、ＦＥＬ装置２０における余剰電力を利用してＨＰＭ３００を照射することができる。ＦＥＬ２００とＨＰＭ３００は同時的に出力されても良いし、それぞれ異なるタイミングで照射されても良い。例えば、図７に示すように、加速器２２－１、２２－２に、導波管１７－１～１７－ｎとダミーロードの一方を選択するスイッチ２８－１～２８－ｎを用意することで、ＨＰＭ３００を照射するか否かの制御を行なうことができる。あるいは、導波管１８にマイクロ波の導通を制御するスイッチ（図示なし）を用意することで、ＨＰＭ３００を照射するか否かの制御を行なうことができる。また、図８に示すように、電子銃２１から電子の供給を停止（制御）する制御装置２９を設けることで、ＦＥＬ２００の照射を停止（制御）することができる。この場合、ＨＰＭ３００の照射を制御するためのスイッチや、ＦＥＬ２００の照射を制御する制御装置は、第１の実施の形態で示したスイッチ制御部４０と同様のアルゴリズムにより制御されることが好ましい。図８に示す一例の場合、スイッチ２８－１～２８－ｎ及び制御装置２９は、スイッチ制御部４０から出力されるスイッチ制御信号４００に応じて制御される。又、図示しないが、スイッチ２８－１、２８－２と制御装置２９の一方のみを設けた構成でも構わない。この場合ＦＥＬ２００とＨＰＭ３００の一方のみの照射と同時照射とが切り替えられることとなる。
【００７４】
第３の実施の形態における指向性エネルギー照射装置１００によれば、ＦＥＬ装置２０とＨＰＭ装置３０をそれぞれ単体で使用するほか、同時に使用することも可能であり、環境によらず、対処能力（目標破壊能力）が向上する。又、サイズや消費電力で主要な構成品である、マイクロ波源１０を共用化することで、システムサイズに大きな変更なく、ＦＥＬ装置２０とＨＰＭ装置３０が使用可能となる。更に、ＨＰＭ装置３０から照射されるＨＰＭ３００、加速器２２内の余剰電力として発生した高調波が含まれるため、ＨＰＭ３００のスペクトルが広がり（広範囲な周波数成分を含み）、特定の周波数に対する防御手段を回避することができる。すなわち、本実施の形態におけるＨＰＭ装置３０によれば、マイクロ波源１０からの高周波電力を直接利用する形態に比べて、ＨＰＭ３００による破壊性能が向上する。又、本実施の形態では、位相をずらしたＨＰＭ３００により任意の方向に対し短時間でＨＰＭ３００を照射することが可能となる。更に、パルス圧縮器３１－１～３１－ｎや位相制御部３４－１～３４－ｎ、アンテナ素子３５－１～３５－ｎにかかる電力が第１及び第２の実施の形態に比べて低く、耐電力や耐熱性の面で有利である。
【００７５】
以上、本発明の実施の形態を詳述してきたが、具体的な構成は上記実施の形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の変更があっても本発明に含まれる。第１から第３の実施の形態は、技術的に矛盾のない範囲で組み合わせて適用できる。
【符号の説明】

【００７６】
１０　　：マイクロ波源
１１、３１－１～３１－ｎ　　：パルス圧縮器
１２、１３、１４、１５、１７－１～１７－ｎ、１８　　：導波管
１６　　：位相合成器
２０　　：ＦＥＬ装置
２１　　：電子銃
２２　　：加速器
２３　　：結合器
２４　　：ダンプ
２５　　：アンジュレータ
２６　　：反射鏡
３０　　：ＨＰＭ装置
３２　　：電力分配ビーム制御部
３３　　：アンテナ
３４－１～３４－ｎ　　：位相制御部
３５－１～３５－ｎ　　：アンテナ素子
４０　　：スイッチ制御部
４１　　：有効判定部
４２　　：照射後判定部
５０　　：切替スイッチ
１００　　：指向性エネルギー照射装置
２００　　：レーザ光
３００　　：高出力マイクロ波

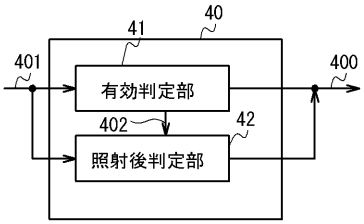
【図１】



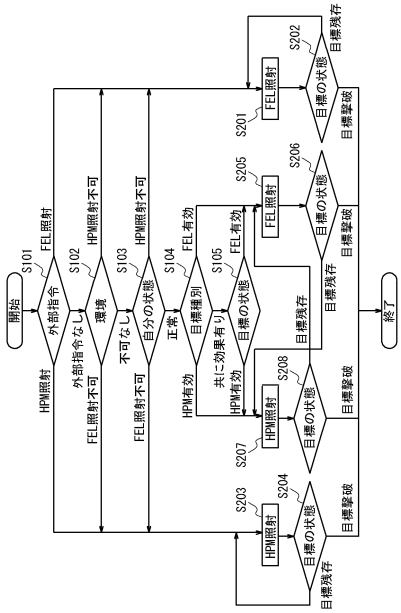
【図２】



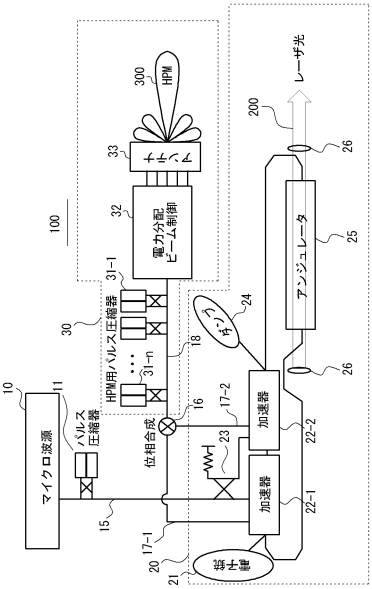
【図３】


40
41
401
有効判定部
400
402
42
照射後判定部

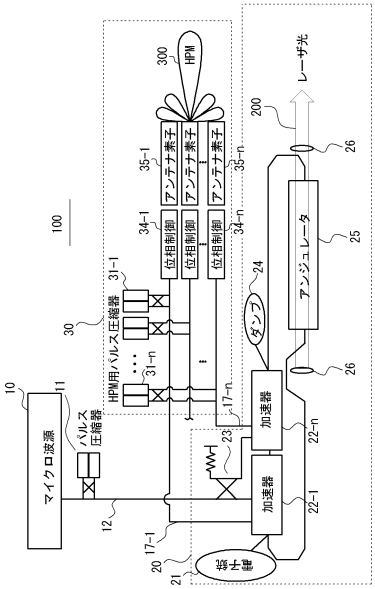
【図４】


開始
S101
FEL照射
外部指令
外部指令なし
HPM照射
FEL照射不可
S102
HPM照射不可
環境
不可なし
FEL照射不可
S103
HPM照射不可
自分の状態
正常
HPM有効
S104
FEL有効
目標種別
共に効果有り
HPM有効
S105
FEL有効
目標の状態
目標残存
S201
FEL照射
S202
目標の状態
目標残存
目標撃破
S205
FEL照射
S206
目標の状態
目標残存
目標撃破
S207
HPM照射
S208
目標の状態
目標残存
目標撃破
S203
HPM照射
S204
目標の状態
目標残存
目標撃破
終了

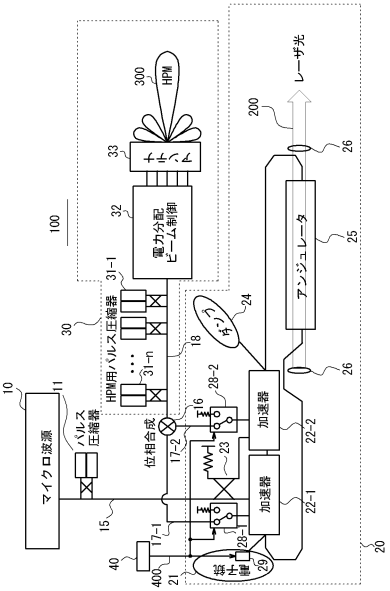
【図５】


100
マイクロ波源
パルス圧縮器
位相合成
HPM用パルス圧縮器
電力分配ビーム制御
アンテナ
HPM
レーザ光
アンジュレータ
ダンプ
加速器
電子銃

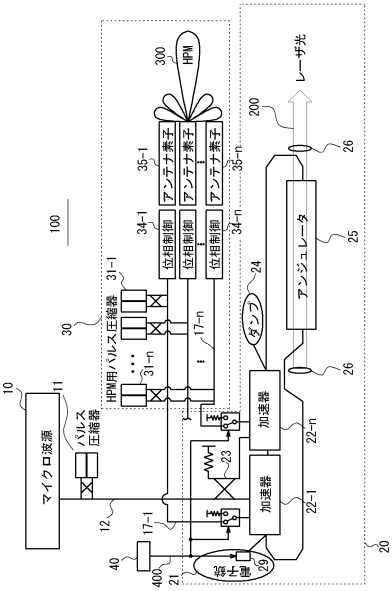
【図６】


100
マイクロ波源
パルス圧縮器
位相合成
HPM用パルス圧縮器
位相制御
アンテナ素子
HPM
レーザ光
アンジュレータ
ダンプ
加速器
電子銃

【図７】


マイクロ波源
パルス圧縮器
HPM用パルス圧縮器
電力分配ビーム制御
アンジュレータ
レーザ光
HPM
ダンプ
加速器
位相合成
真空槽

【図８】


マイクロ波源
パルス圧縮器
HPM用パルス圧縮器
位相制御
アンテナ素子
アンジュレータ
レーザ光
HPM
ダンプ
加速器
真空槽

フロントページの続き

(72)発明者　醍醐　浩之
東京都港区港南二丁目１６番５号　三菱重工業株式会社内
(72)発明者　松田　竜一
東京都港区港南二丁目１６番５号　三菱重工業株式会社内
(72)発明者　石井　伸也
東京都港区港南二丁目１６番５号　三菱重工業株式会社内
(72)発明者　内田　弘樹
東京都新宿区大久保二丁目５番２０号　株式会社タマディック内

審査官　志水　裕司

(56)参考文献　米国特許出願公開第２００７／００５１２３３（ＵＳ，Ａ１）
特開昭５６－１２４２８２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ４１Ｈ　１３／００
Ｈ０１Ｓ　３／３０
Ｈ０５Ｈ　１３／０４